Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8570759
Centre d'intérêt: 874

Dionne, Normand.

Topométrie et lecture de plans appliquées à l'exploitation minière : élaboration d'activités d'apprentissage : document de travail / par Normand Dionne avec la collab. de Charles Bergeron, Claire Derome, Johanne Jean, Pierre Verpaelst ; [pour les Plans de perfectionnement des maîtres de l'enseignement professionnel], Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue]. -- [Rouyn] : L'Université, 1985.
ii, 34 p. ; 32 graph. ; 28 cm.

En tête du titre: Programme de formation du mineur. Bibliogr.: p. 34.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Géométrie *Guide pédagogique *Elaboration de guides pédagogiques *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Industrie minière *Mineur

Le document ne comprend que la partie topométrie du cahier technologique. Les cahiers du maître et de l'élève ainsi que la partie du cahier technologique concernant la lecture de plans seront réalisés et évalués en 1985-1986. La topométrie est l'ensemble des techniques de mesure géométrique servant à déterminer la forme et les dimensions d'objets et de lieux. Le but du module est de permettre à l'élève de maîtriser les techniques élémentaires de topométrie sous-terre. À la fin du module, l'élève devrait être capable de mesurer, à l'aide d'instruments, la distance entre deux points ainsi que les angles horizontaux et verticaux. De plus, à partir d'un plan, l'élève saura mesurer des distances, des angles et des superficies en se servant d'instruments appropriés.

Le cahier est divisé en 11 parties: 1. la description générale d'un théodolite; 2. le dispositif de lecture: le vernier et le microscope de lecture; 3. la mesure d'angle; 4. la mesure de distance; 5. la mesure d'élévation sur le terrain; 6. le trépied; 7. la mise en station; 8. la manipulation d'un théodolite Wild T16; 9. le carnet de notes; 10. le planimètre; 11. l'arpentage sous terre.

Type de document: d
Région(s) administrative(s): 08
Notice(s) connexe(s): 8570755, 8570756, 8570757, 8570758, 8570760
Financement: Bénéficiaire - UQ en Abitibi-Témiscamingue
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8570759

PPMEP

PLANS DE PERFECTIONNEMENT DES MAÎTRES DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL

Université du Québec
en Abitibi-Témiscamingue

EDUQ 8570759

Programme de Formation du mineur

Elaboration d'activités d'apprentissage

TOPOMÉTRIE ET LECTURE DE PLANS APPLIQUÉES À L'EXPLOITATION MINIÈRE

par

Normand Dionne

avec la collaboration de

Charles Bergeron, Claire Derome, Johanne Jean,
Pierre Verpaelst

Document de travail

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN ABITIBI-TÉMISCAMINGUE

JUIN 1985

TOPOMÉTRIE ET LECTURE DE PLAN

APPLIQUÉS À L'EXPLOITATION MINIÈRE

1ère version

Note: Seule la partie topométrie du cahier technologique a été réalisée dans le cadre du module Topométrie et lecture de plans appliqués à l'exploitation minière. Les cahiers du maître et de l'élève ainsi que la partie du cahier technologique concernant la lecture de plan seront réalisés et évalués en 1985-1986.

TOPOMÉTRIE

Cahier technologique

TABLE DES MATIERES

	Page
Liste des figures	1
Introduction	4
1. Description générale d'un Théodolite	5
2. Dispositif de lecture	8
2.1 Le vernier	8
2.1.1 Types de verniers	8
2.1.2 Comment lire un vernier	9
2.2 Le microscope de lecture	11
3. La mesure d'angle	13
3.1 Angle horizontal	13
3.2 Angle vertical	14
4. Mesure de distance	14
4.1 Mesure directe	14
4.1.1 Les principales étapes du chaînage	16
4.1.2 Mode de chaînage	17
4.1.3 Causes d'erreurs	18
4.2 Mesure indirecte	18
4.2.1 Barre stadimétrique	18
4.2.2 Les fils stadimétriques	19

Page

4.3 Les mires 19

5. Mesure d'élévation sur le terrain 20

5.1 Procédure de nivellement 20

6. Le trépied 21

7. Mise en station 23

7.1 Le calage 23

7.1.1 Calage à 4 vis 23

7.1.2 Calage à 3 vis 23

8. Manipulation d'un théodolite Wild T16 23

8.1 Mise en station 24

8.2 Déplacement vertical de la lunette 25

8.3 Mesure d'angle horizontal 25

9. Le carnet de notes 26

10. Le planimètre 27

10.1 Manipulation 28

11. Arpentage sous terre 30

11.1 Relevé d'un chantier 31

11.2 Mise en plan 32

Bibliographie 34

LISTE DES FIGURES

Figure	Page	Source Bibliographique
1	5	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 39.
2	5	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 76.
3	7	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topomotrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 41.
4	7	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 41.
5	8	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 49.
6	8	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole polytechnique, Montréal, 1983, p. 49.
7	9	
8	9	
9	9	
10	10	
11	10	
12	11	Barry Benjamin A., Construction Measurements, Wiley, New York, 1973, p. 80.
13	12	Théodolite à échelle Wild T16 avec index vertical automatique, mode d'emploi, Wild Heerbrugg, Heerbrugg, 1979, p. 20.
14	13	
15	14	

Figure	Page	Source Bibliographique
16	15	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal 1983, p. 96.
17	15	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 61.
18	16	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 61.
19	17	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 100.
20	18	Barry Benjamin A., Construction Measurements, Wiley, New York, 1973, p. 94.
21	19	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 63.
22	19	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 39.
23	21	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 231.
24	21	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 53.
25	21	Barry Benjamin A., Construction Measurements Wiley, New York, 1973, p. 69.
26	22	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 56.
27	24	Théodolite à échelle Wild T16 avec index vertical automatique, mode d'emploi, Wild Heerbrugg, Heerbrugg, 1979, p. 52.

Figure	Page	Source Bibliographique
28	26	Lauzon Ernest P., Duquette Roger, Topométrie générale, 2ième édition révisée, École polytechnique, Montréal, 1983, p. 36.
29	27	Barry Benjamin A., Construction Measurements, Wiley, New York, 1973, p. 258.
30	28	Barry Benjamin A., Construction Measurements, Wiley, New York, 1973, p. 259.
31	30	
32	31	

INTRODUCTION

Le mot topométrie vient du grec "topos" qui signifie lieu et de "metron" qui signifie mesure. On pourrait définir la topométrie comme étant l'ensemble des techniques de mesurage géométrique servant à déterminer la forme et les dimensions d'objets et de lieux.

Le but de ce module est de vous permettre de maîtriser les techniques élémentaires de topométrie sous-terre. A la fin de ce module vous devriez être capable de mesurer à l'aide d'instruments, la distance entre deux points, ainsi que les angles horizontaux et verticaux. De plus, à partir d'un plan, vous mesurerez des distances, des angles et des superficies en vous servant d'instruments.

1. Description générale d'un théodolite

Les différentes mesures à faire sur le terrain exigent l'utilisation d'un certain nombre d'instruments dont le principal est le théodolite, anciennement appelé le transit. (figure 1)

Fig.1

Commençons par donner une description générale d'un théodolite (figure 2)

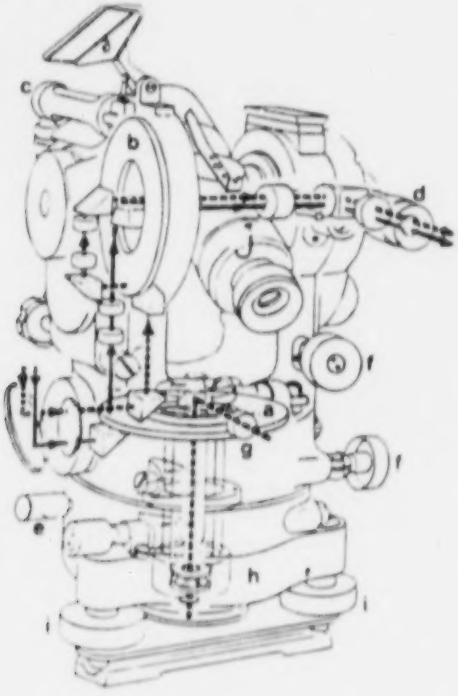

Fig.2

- Cercle horizontal: (a)

  Le cercle horizontal est constitué de deux plateaux superposés, un des plateaux, appelé plateau inférieur, porte le limbe(1) l'autre appelé plateau supérieur, est muni d'un dispositif de lecture. Le plateau supérieur entraîne dans sa rotation, la lunette qui lui est solidaire.

- Cercle vertical: (b)

  Le cercle vertical ressemble dans sa conception au cercle horizontal, mais la position du limbe est permanente. Le cercle vertical doit être ajusté par une nivelle (c) . Certains instruments sont munis d'un système d'ajustement automatique.

- Microscope de lecture (d)

  Le microscope de lecture permet de faire la lecture sur le cercle vertical ou horizontal par un procédé de miroir interne.

- Vis de blocage (e)

  La vis de blocage permet d'immobiliser la lunette soit verticalement, soit horizontalement.

- Vis de rappel (f)

  La vis de rappel, une fois la vis de blocage en opération, permet l'ajustement final sur l'objet.

- Plomb optique (g)

  Le plomb optique est un genre de téléscope servant à centrer l'instrument sur la station.(2)

- Embase (h)

  L'embase est la partie inférieure de l'instrument, partie reliant l'instrument à son trépied.

- Vis calantes (i)

  Les vis calantes se trouvent sur l'embase de l'instrument, elles permettent la mise au niveau de l'instrument.

(1) Limbe: Bord extérieur gradué du cercle du plateau d'un instrument. Le limbe est normalement gradué en degrés.

(2) Station: Point où peuvent être faites des mesures au moyen d'instruments.

- Lunette (j)

La lunette permet de voir plus distinctement les objets éloignés. Elle est composée (figure 3) principalement d'un oculaire (a), d'un objectif (b) et d'un dispositif de mise au point (c) et d'un réticule (d).

L'objectif qui est du côté de l'objet sert à capter l'objet et est contrôlé par le dispositif de mise au point.

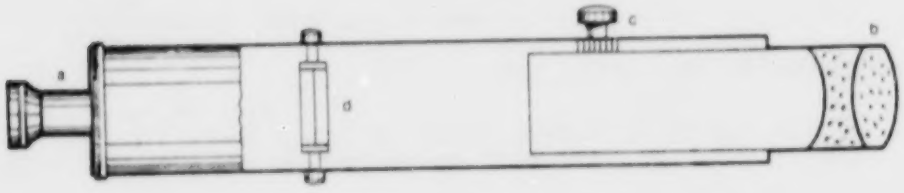

Fig. 3

Le réticule (figure 4) est composée d'un système de fils ou de lignes gravées. Il permet de centrer l'image sur la lunette ou de prendre une distance à l'aide d'une mire.

Fig. 4

L'oculaire se trouve du côté de l'oeil de l'observateur et est destiné à agrandir l'image donnée par l'objectif.

2. Dispositif de lecture

Pour mesurer des angles avec précision, il faut doter les instruments topométriques des dispositifs de lecture tel que le vernier ou le microscope de lecture.

2.1 Le vernier

Il n'y a que les vieux théodolites qui en sont munis. Le vernier est une règlette (petite règle) graduée, coulissante qui permet d'améliorer la précision d'une lecture sans surcharger le limbe. Il faut habituellement une loupe pour lire un vernier.

2.1.1 Types de verniers

Vernier simple (Figure 5)

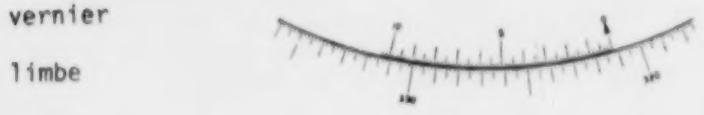

Fig. 5

Le vernier est simple lorsque l'instrument est gradué dans un seul sens, qui est généralement celui des aiguilles d'une montre.

Vernier double (Figure 6)

Fig. 6

Lorsque l'instrument est gradué dans les deux sens, il faut que le vernier le soit aussi.

2.1.2 Comment lire un vernier

On commence par déterminer la graduation du limbe pour la figure 5, le limbe est gradué dans un premier temps à tous les 10° de 320° il passe à 330° (les traits les plus longs) (fig. 7).

Fig. 7

puis ce 10° est subdiviser en 10 parties (les deuxièmes plus grand traits) (fig. 8). La longueur du trait indiquant le milieu d'une division est légèrement plus grand. Donc chacun de ces traits représente un degré.

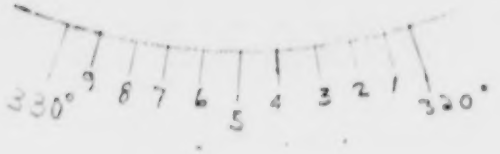

Fig.8

Puis chaque degré est divisé en 6 parties (les traits les plus petits) (fig. 9). Par conséquent, chaque nouvelle division représente 10 minutes.

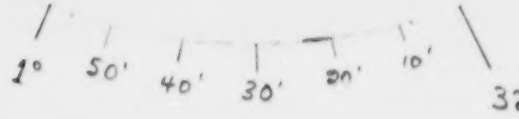

Fig.9

On remarque que l'on peut lire sur le limbe à tous les 10 minutes, ce qui est sa division la plus petite. Le vernier est justement gradué de 0 à 10 minutes (les plus grands traits côté du vernier). Le dix minute est subdivisé en 10 parties (les deuxièmes plus grands traits) (Fig. 10). Donc chacun de ces traits représente une minute.

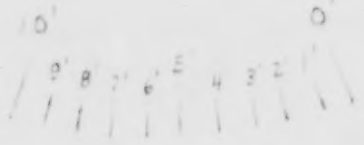

Fig. 10

Chaque minute contient six divisions. Chacun de ces nouveaux traits représente 10 secondes (les traits les plus petits) (Fig. 11).

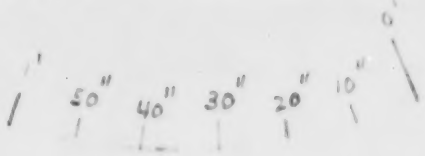

Fig. 11

Par conséquent, à l'aide du vernier on peut lire jusqu'aux dix secondes. Prenons la lecture du vernier de la figure 5. Avant de rencontrer le zéro du vernier on lit sur le limbe 321 degrés 10 minutes. Puis cherchons le trait du vernier qui coïncide avec un trait du limbe. Cette coïncidance est indiquée sur la figure par les pointillés. Du zéro du vernier jusqu'au pointillé nous pouvons lire sur le vernier 3 minutes et 20 secondes. Nous obtenons comme lecture finale 321°13'20".

A la figure 6 on remarque que la plus petite graduation sur le limbe est de 20 minutes et que celle du vernier est de 20 secondes. Si on prend la lecture dans le sens horaire on lit 91°20' sur le limbe et 7 minutes sur le vernier. Il en résulte une lecture de 91°27'00". Dans le sens anti-horaire, 268°20' sur le limbe et 13' sur le vernier donc 268°33'.

2.2 Le microscope de lecture

Le microscope de lecture est le dispositif que l'on retrouve le plus sur les théodolites actuels. La lecture se fait à l'aide d'un jeu de miroir qui amène la lumière au limbe et la dirige vers le microscope (fig 12).

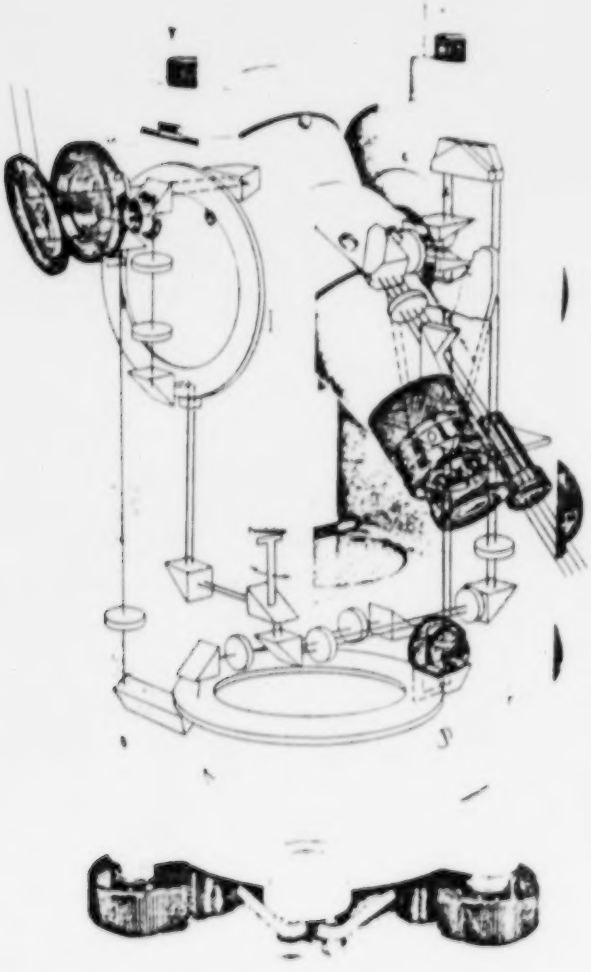

Fig. 12

A la figure 13 la plus petite division pour l'angle vertical et l'angle horizontal est de une minute. Si on lit l'angle vertical, on obtient 96°06' et si on approxime entre le 6ième et 7e degré on a 96°06'30". De même l'angle horizontal obtenu est de 235°56'30".

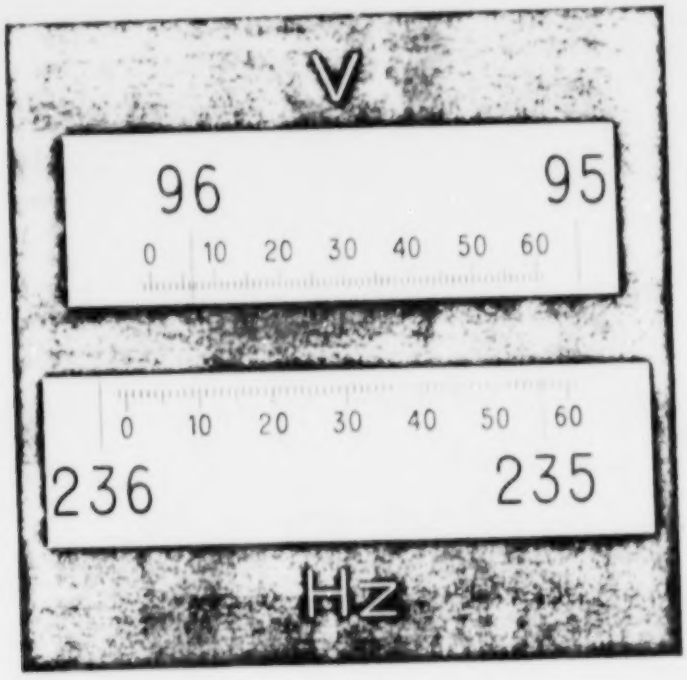

Fig. 13

3. La mesure d'angle

3.1 Angle horizontal

Lorsqu'on mesure un angle, il y a trois éléments de base à considérer. (Fig. 14)

a) une droite OA de référence comme origine
b) le sens de rotation
c) la valeur de l'angle

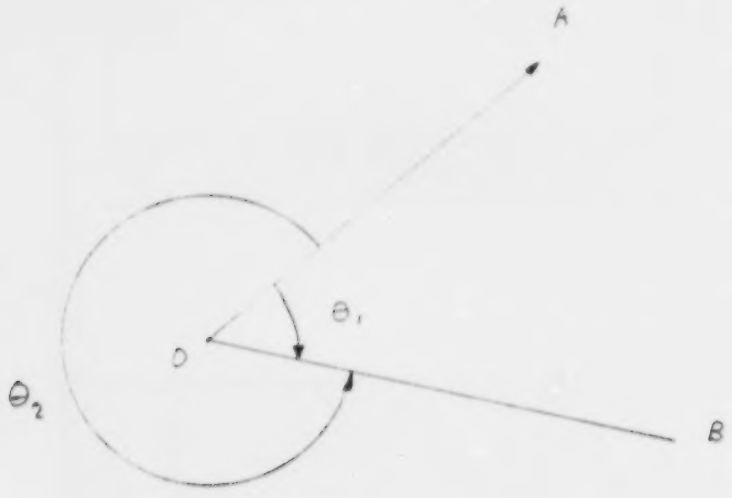

Fig. 14

La ligne de référence est contituée de deux stations connues. Le point O est l'endroit où l'appareil de mesure est installé et le point A est une station dont on connait les coordonnées.

Mais si l'on donne 30 degrés par rapport à la droite OA il faut en préciser le sens de rotation. Un angle θ_1, mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre (figure 14) est appelé un angle à droite. Tandis qu'un angle θ_2 mesuré dans le sens contraire est appelé angle à gauche. Il est bon de faire un croquis de l'opération afin de bien préciser l'origine et l'orientation de l'angle.

3.2 Angle vertical

Le limbe du cercle vertical est gradué de 0° à 360°. Si la lunette est en position horizontale, la lecture de l'angle vertical indiquera 90° (Fig. 15 a) ou 270° (Fig. 15 b) si la lunette est inversée.

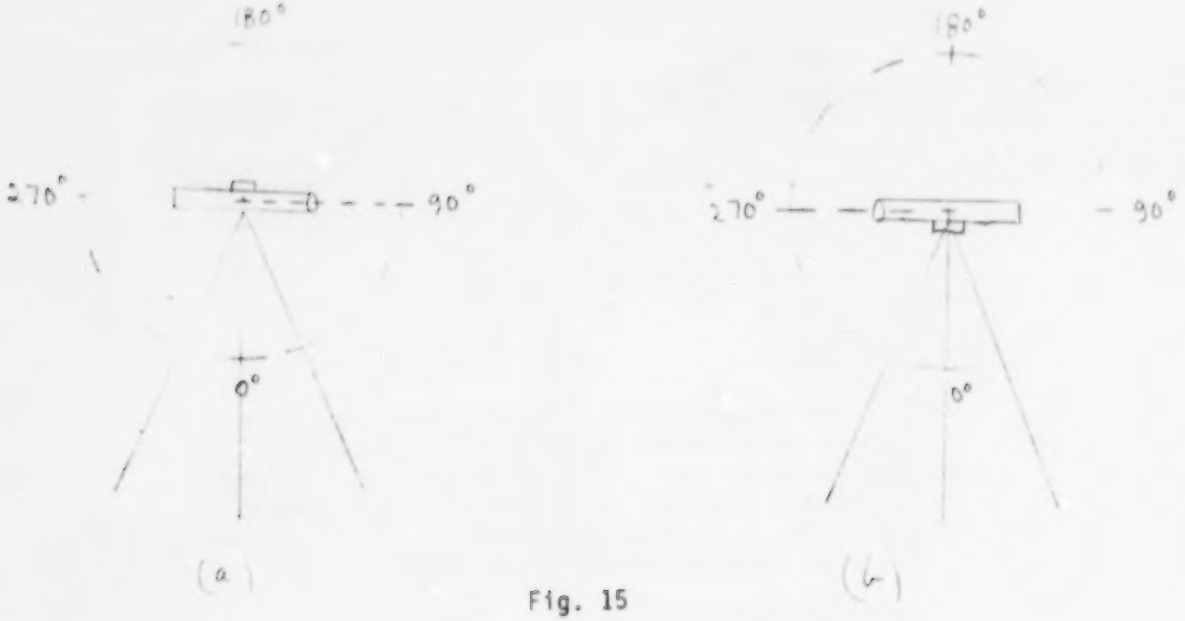

Fig. 15

4. Mesure de distance

La mesure de distance est la base de toute opération topométrique. On peut procéder soit par la mesure directe, c'est-à-dire en utilisant une chaîne ou un galon, soit par la mesure indirecte en utilisant un théodolite et une mire.

4.1 Mesure directe

- **Le chaînage**

  La mesure directe d'une distance à l'aide d'une chaîne ou d'un ruban d'acier est appelée chaînage.

- **La chaîne**

  La chaîne est l'un des plus anciens instruments de mesure. Au début, cette chaîne était munie de médailles attachées à différents maillons qui servaient à mesurer les distances. Ensuite, on a remplacé les maillons par des chaînons rectilignes. Elle mesurait 66 pieds. Ensuite vint la chaîne d'ingénieur; elle avait 100 pieds de longueur.

De nos jours, ces chaînes ont été remplacées par des rubans d'acier gradués, enroulés sur des moulinets (figure 16 a) mais on continue à les nommer chaînes. Elles étaient initialement graduées en pieds, mais maintenant elles sont graduées en mètres. Elles sont disponibles en longueur de 30, 50 et 100 mètres.

(a) (b)

Fig. 16

- Le galon

Le galon (figure 16 b) est constitué d'un ruban d'acier relativement mince. Il s'enroule dans un boîtier léger, en cuir ou en métal, que l'on met facilement dans sa poche. Le galon est commode pour mesurer de courtes distances. Il est disponible en longueur de 10, 20 et 30 mètres.

Autres accessoires

- Le jalon

Afin de mieux distinguer les points à relever et de facilité l'observation, on utilise des jalons. Les jalons sont des tiges (soit en bois, soit en métal, soit en plastique) peintes en blanc et rouge alternativement. Ils sont d'une longueur de 1.5 mètres à 3 mètres. (figure 17)

Fig. 17

- Les fiches

Les fiches sont des tiges métalliques d'environ cinq millimètres de diamètre et de 30 centimètres de long. On les utilise comme marqueur dans la mesure d'un terrain plan.

- Le fil à plomb

Le fil à plomb (figure 18) est un fil tendu par un poids, généralement en laiton, de forme conique. Il doit être suffisamment lourd pour résister au vent (ventilation). Leur poids varie de 170 g. à 500 g. environ. On les utilise entre autre pour stationner un théodolite sur un point donné.

Fig. 18

4.1.1 Les principales étapes du chaînage

Si la distance à mesurer entre deux points excède la longueur de la chaîne, il faut procéder par étape. Le chaînage peut se faire à deux prsonnes ou plus. On distingue le chaîneur avant et le chaîneur arrière. Le chaîneur arrière est la personne qui se place au point précédent. Le chaîneur arrière tient l'origine de la chaîne tandis que le chaîneur avant, tenant le moulinet et un jalon en main, se dirige vers le point à mesurer. Après une longueur de chaîne il s'arrête et est aligné par le chaîneur arrière. S'assurant qu'il ne s'est pas formé de boucle dans la chaîne, le chaîneur avant applique graduellement la tension. Le chaîneur arrière vérifie que le début de la chaîne correspond bien avec le point de repère et le signifie au chaîneur avant, alors celui-ci plante son jalon ou une fiche à l'extrémité de la chaîne. On répète la procédure jusqu'au point désiré. On recommande de refaire le chaînage en faisant le parcours inverse pour fin de vérification.

4.1.2 Mode de chaînage

Le mode de chaînage dépend de la nature du terrain.

- Chaînage supportée

Lorsque le terrain est plat et horizontal, la chaîne peut être déposée sur le terrain. Il suffit d'appliquer la tension nécessaire pour faire disparaître les ondulations dans la chaîne.

- Chaîne suspendue

Il arrive souvent que la chaîne doive être suspendue (tenue dans les airs) pour éviter un obstacle ou tenir compte des accidents du terrain. Il faut dans ce cas-là, appliquer la tension appropriée pour bien tendre la chaîne. Cependant une tension trop grande peut l'allonger et fausser la mesure.

- Par cultellation ou ressauts horizontaux

En terrain très accidenté, il est souvent impossible de tendre la chaîne horizontalement dans toute sa longueur. On peut alors fractionner le chaînage en autant d'éléments horizontaux (figure 19). On opère généralement en descendant pour que l'origine ait un point d'appui stable.

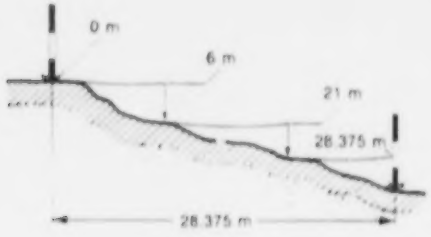

Fig. 19

4.1.3 Cause d'erreurs

- Température
  De grands écarts de température peuvent faire varier la longueur de la chaîne. Une température froide va raccourcir la chaîne et inversement pour une température plus chaude. Il faut alors corriger les mesures obtenues.

- Chaîne non tendue

- Mauvaise lecture: comme lire 12 au lieu 21

- Oublier de marquer une distance

- Mauvais alignement du chaîneur avant par le chaîneur arrière.

4.2 Mesure indirecte

La mesure d'une distance est indirecte lorsqu'on a à la calculer par triangulation c'est-à-dire par relation trigonométrique.

4.2.1 Barre stadimétrique

La barre stadimétrique (figure 20) est une barre installée horizontalement sur un trépier.A l'aide d'un théodolite on prend l'angle horizontal entre les deux marques des extrémités de la barre. Connaissant la distance entre les deux marques qui est de deux mètres on détermine la distance par les relations trigonométriques.

Fig. 20

4.2.2 Les fils stadimétriques

On a vu lors de la description de la lunette que le réticule possédait un système de fils qu'on appelle fils de stadia ou stadimétriques. La distance est fonction de la longueur interceptée sur une mire par les fils stadimétriques. Pour ce faire, on lit à l'aide d'un théodolite, la hauteur correspondante sur le fils supérieur que l'on soustrait à celle du fil inférieur. Le résultat est multiplié par un coefficient, ce qui nous donne la distance horizontale. La lunette du théodolite doit être à l'horizontale, c'est-à-dire que l'angle vertical doit indiquer 90° sinon, il faudra modifier le coefficient selon l'angle vertical de la lunette. Il existe cependant des théodolites dont ces fils stadimétriques s'ajustent selon l'angle de la lunette.

4.3 Les mires

Les mires, (figure 21) faites de bois, de métal ou de fibre de verre, sont des règles graduées, généralement pliantes ou coulissantes, de 3 à 5 m. de longueur. La mire est tenue verticalement sur chaque point. Les graduations sont au centimètre ou au demi-centimètre. Elles peuvent servir au nivellement ou à déterminer des distances.

a) Mire coulissante avec voyant
b) Mire pliante (vue de face et de dos).
c) Mire articulée
d) Mire telescopique
e) Mire aboutissante

Fig. 21

Fig. 22

5. Mesure d'élévation sur le terrain

Le nivellement consiste principalement à déterminer la hauteur des points au-dessus d'une surface de référence. Le niveau moyen de la mer est la surface de référence conventionnelle de nivellement qui correspond au niveau moyen de la mer, établi sur une période de dix à vingt ans. On peut par nivellement déterminer le volume d'un tas de sable, par exemple.

- Altitude

  L'altitude d'un lieu est la hauteur de ce lieu au-dessus du niveau moyen de la mer.

- Repère de nivellement

  Le repère de nivellement est une marque permanente d'altitude connue. Généralement, c'est une installation fixe, à des endroits bien déterminés (points, églises, bâtisses gouvernementales, etc.) comportant une plaque de laiton qui porte l'identification du repère. On peut utiliser un théodolite ordinaire ou un théodolite de nivellement qu'on appele niveau (figure 22). Le niveau ressemble à un théodolite ordinaire sauf que sa lunette est fixe verticalement.

5.1 Procédure de nivellement (figure 23)

Le calcul se fait à partir d'un point (A) duquel on connaît son altitude. On place l'instrument entre le point (B) que l'on veut connaître et le point A. On lit sur une mire l'élévation du point A et celle du point B. De l'élévation du point A on additionne son altitude que l'on soustrait de l'élévation du point B ce qui donne l'altitude du point B. Selon la distance entre le point A et le point B, on peut installer des points intermédiaires.

Selon l'exemple, l'altitude du point B serait égale à soit

	altitude du point A	149.36
+	élévation du point A	3.27
-	élévation du point B	0.43
=	élévation du point B	152.2 m.

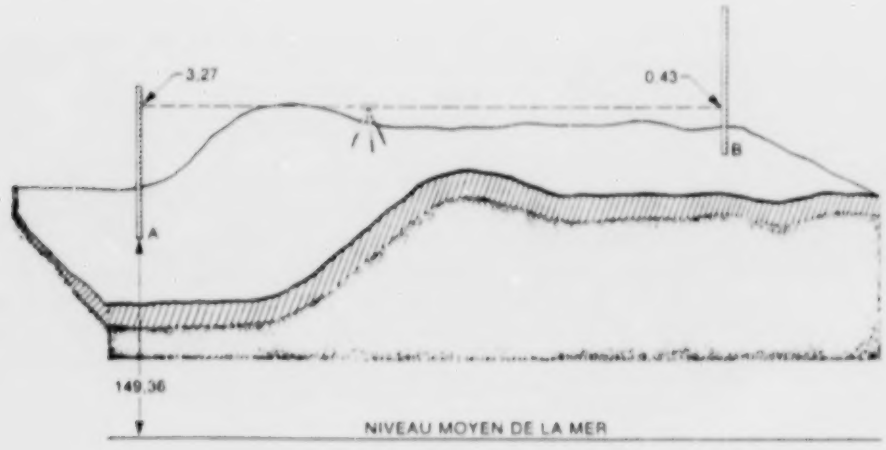

Fig. 23

6. Le trépied (figure 24)

D'une façon générale, un instrument d'observation s'installe sur un trépied. Les trépieds sont de deux types: à jambes fixes (a) et à jambes télescopiques. (b)

Fig. 24

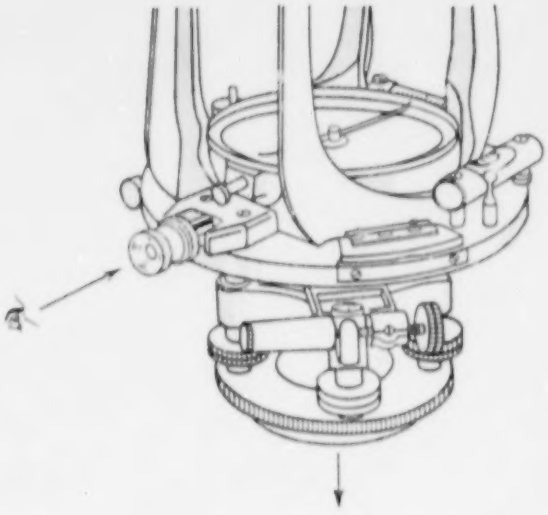

Fig. 25

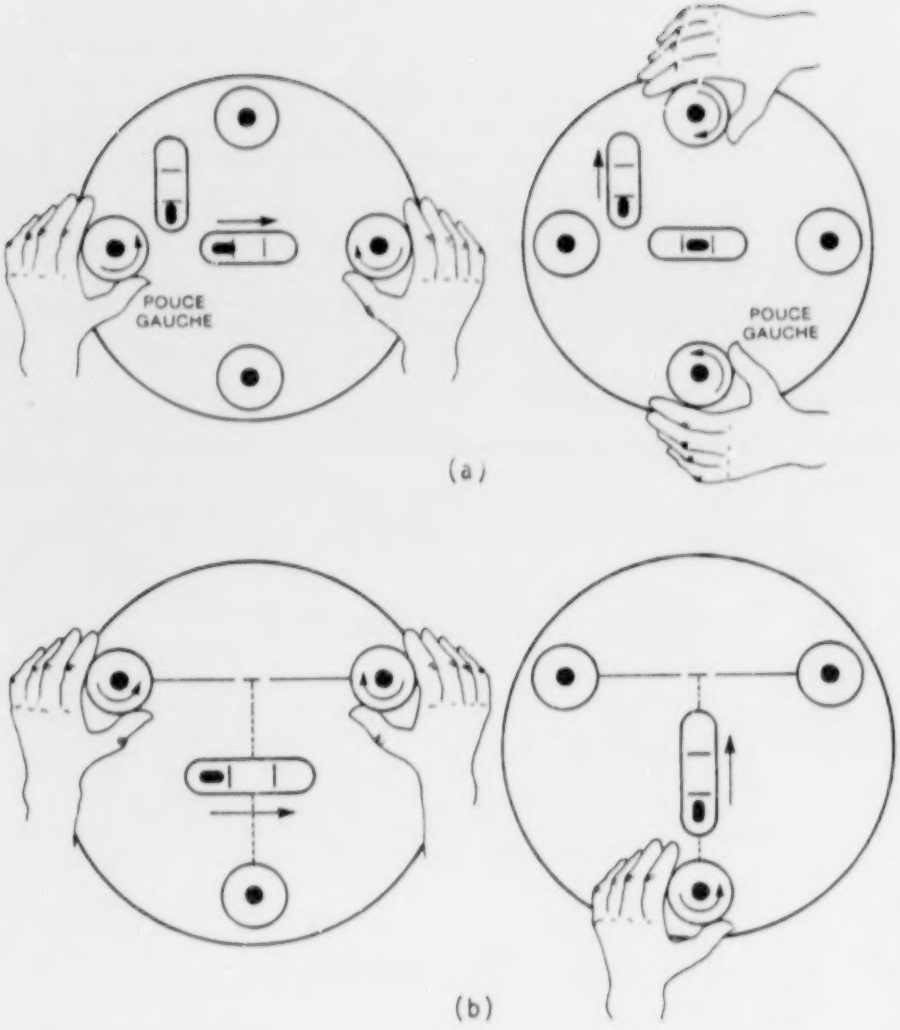

Fig. 26

7. Mise en station

La mise en station consiste à placer un instrument à la verticale de la station et ensuite à le caler (mettre au niveau). Dans un premier temps, on dispose le trépied le plus horizontal et le plus centré possible sur la station. Ce centrage peut se faire à l'aide du fils à plomb. Par la suite, on installe l'instrument dessus en le fixant légèrement avec la vis d'ancrage qui se trouve au centre du trépied. Puis à l'aide du plomb optique (figure 25) ou le fil de plomb on centre de façon précise l'instrument au niveau si nécessaire et l'on vérifie le centrage. Une fois que tout est au point, on serre la vis d'ancrage. Lorsqu'on installe le trépied il faut éviter qu'une des jambes de l'instrument ne soit dans la direction de l'alignement, et ce, afin de ne pas gêner l'opérateur durant le mesurage.

7.1 Le calage (mise au niveau)

Le calage de l'instrument se fait à l'aide de trois ou quatre petites vis appelées vis calantes.

7.1.1 Le calage à 4 vis (figure 26 a)

Le système à 4 vis est beaucoup moins utilisé de nos jours. On le retrouve sur les anciens théodolites. Pour caler l'instrument, il suffit de tourner les vis dans le sens qu'indique le pouce jusqu'à ce que la bulle vienne au centre de la nivelle. Puis on fait la même opération sur les deux autres vis. On répète l'opération au besoin.

7.1.2 Le calage à 3 vis (figure 26 b)

On commence à centrer la bulle avec deux vis de la même façon que précédemment. Puis à l'aide de la troisième vis, on fait l'ajustement dans l'autre direction.

8. Manipulation d'un théodolite Wild T16

Nous étudierons plus particulièrement le Wild T16 car c'est l'instrument le plus répandu dans les mines. (figure 27)

8.1 Mise en station

Le Wild T16 a un système à trois vis calantes. Pour la mise en station de l'appareil, on commence à caler la nivelle circulaire (3), tandis que le calage final se fait à partir de la nivelle d'alidade*, on place la nivelle parallèlement à deux vis calantes, puis on centre la bulle à l'aide de ces vis. On fait une rotation de 90° à la nivelle et l'on centre à nouveau la bulle à l'aide de la troisième vis. On répète l'opération si nécessaire.

1 Plaque ressort
2 Vis calante
3 Nivelle circulaire
4 Embase GDF 10
5 Assise de fixation
6 Pince du cercle
7 Nivelle d'alidade
8 Fenêtre d'éclairage électrique de la nivelle
9 Microscope de lecture
10 Oculaire de la lunette
11 Miroir d'éclairage
12 Montant
13 Anneau baïonnette
14 Bague de mise au point
15 Viseur optique avec pointe de centrage et levier d'éclairage
16 Vis de blocage de la poignée
17 Poignée
18 Cran de sécurité
19 Monture de l'objectif
20 Repère de la hauteur d'instrument
21 Blocage du basculement
22 Rappel du basculement
23 Plomb optique
24 Rappel du pivotement
25 Blocage du pivotement
26 Bouton de verrouillage avec vis de blocage

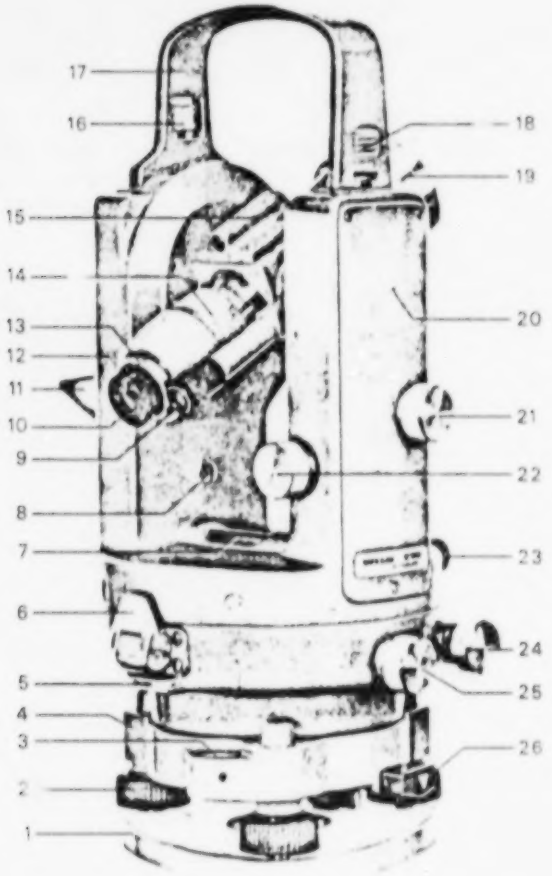

Fig. 27

* alidade: membrure contenant le plateau supérieur

8.2 Déplacement vertical de la lunette

Le déplacement vertical de la lunette se fait à l'aide de la vis de blocage (21) et de rappel du basculement (22). On déplace verticalement la lunette au point d'observation. On serre légèrement la vis de blocage du basculement (21) et on centre le point à l'aide de la vis de rappel du basculement (22).

N.B. Lorsqu'on serre une vis de blocage, que ce soit celle du basculement (21) ou du pivotement (25), on ne les serre que légèrement pour ne pas les endommager.

8.3 Mesure d'angle horizontal

1- On commence par mettre le cercle horizontal à zéro. Pour ce faire, on débloque la vis du pivotement (25), si ce n'est déjà fait, et l'on tourne le plateau supérieur jusqu'à ce que le zéro apparaisse au microscope de lecture (9). On serre légèrement la vis de blocage du pivotement (25) et, à l'aide de la vis de rappel du pivotement (24), on ajuste le zéro du limbe à celui de l'échelle de lecture.

2- On applique la pince du cercle (6) qui rend solidaire les deux plateaux

3- On vise à l'oeil le point de référence qu'on ajuste en bloquant la vis de blocage du pivotement et en se servant de la vis de rappel du pivotement. La clarté de l'image s'obtient à l'aide de la bague de mise au point (14) et de l'oculaire de la lunette (10).

4- On débloque les plateaux par la pince du cercle (6), puis on vise le point à mesurer. On fait l'ajustement en serrant la vis de blocage du pivotement et en utilisant la vis de rappel du pivotement

5- Une fois l'ajustement terminé, on prend la lecture de l'angle horizontal et vertical par le microscope de lecture (9). Il faut s'assurer que le miroir d'éclairage (11) soit bien orienté afin d'avoir une meilleure luminosité de lecture.

Il est à noter qu'on aurait bien pu ne pas mettre le cercle horizontal à zéro. Il aurait fallu alors prendre l'ange horizontal du point de référence puis le soustraire de l'angle du point visé.

9. Le carnet de notes

Les renseignements recueillis sur le terrain doivent être enregistrés et conservés. Les notes prises sur le terrain sont généralement la propriété de la firme qui emploie les arpenteurs et sont susceptibles d'être utilisées par d'autres personnes; c'est pourquoi elles doivent être claires et complètes. Il ne faut pas se fier à sa mémoire et tous les renseignements doivent être inscrits immédiatement au cahier de notes.

Les renseignements importants sont la date, le titre du travail (court mais descriptif), l'emplacement, la composition de l'équipe, l'équipement utilisé, et les conditions atmosphériques (si on travaille en surface). En cas d'erreur, on ne doit pas effacer mais plutôt biffer proprement la valeur fausse et inscrire la bonne valeur près de celle qu'on vient de rayer. Il peut même être préférable de biffer une ou plusieurs pages et de référer à celles où se trouvent les bonnes notes.

Généralement, la page de gauche comporte six colonnes et celle de droite est quadrillée ce qui permet d'esquisser des croquis explicatifs. (figure 28).

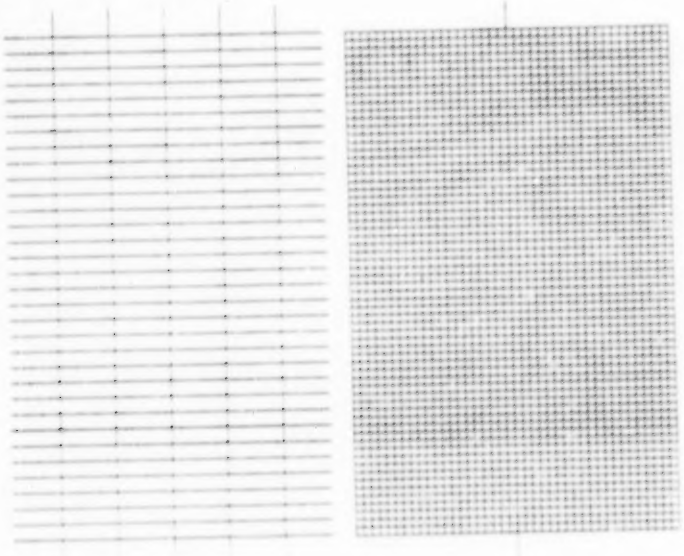

Fig. 28

10. Le planimètre

Le planimètre est un appareil servant à déterminer la surface d'un contour donné. On l'utilise en autre dans les mines afin de calculer certaines primes de production. Voici les différentes composantes d'un planimètre (figure 29).

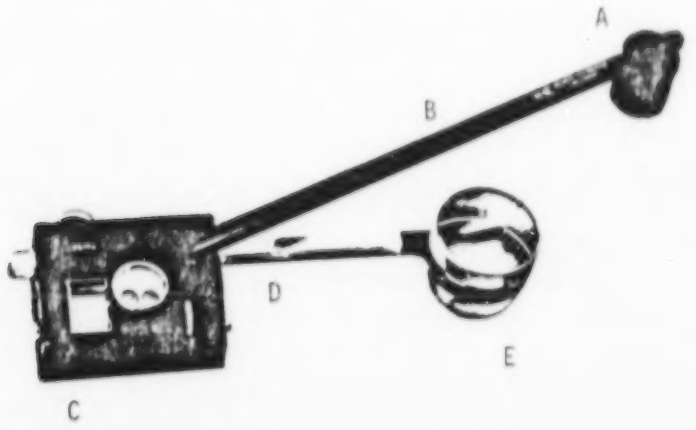

Fig. 29

A) Un point fixe appelé pôle. Une petite pesée avec une pointe

B) Le bras polaire qui tourne autour du pôle

C) Le compteur

D) Le bras moteur

E) Le traceur

10.1 Manipulation (figure 30)

1- On calibre l'appareil en fonction de l'échelle du dessin selon les indications.

2- On fixe le pôle à l'extérieur de la surface à mesurer. On fait une marque sur le contour (ce qui nous servira de point de repère) et on y installe le traceur. On peut soit mettre le compteur à zéro, soit prendre la lecture du compteur.

3- On suit le contour en sens horaire jusqu'à notre point de départ.

4- On prend la lecture et on la multiplie par une constance, qui dépend du planimètre, et qui nous donne la surface . Si notre compteur n'était pas à zéro au départ, il faut soustraire la lecture finale de la lecture initiale.

Pour avoir une meilleure précision, on recommence l'opération et l'on fait une moyenne. Pour une grande surface il se peut que le compteur fasse le tour. Il faudra alors le considérer. Pour de très grande surface il est recommandé de la subdiviser en petites surfaces et de faire la somme de chacune d'elles.

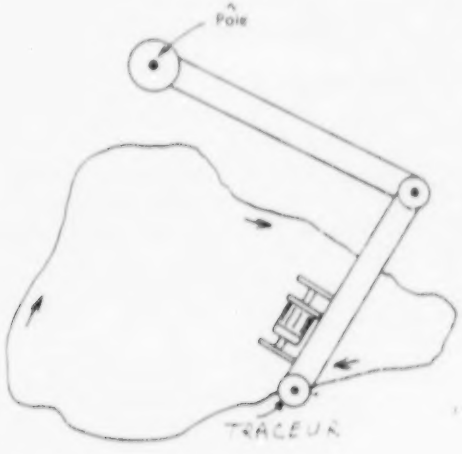

Fig. 30

Exemple

Une façon standard de procéder, peu importe le planimètre utilisé, serait la suivante.

On se trace un carré de 5 cm. de côté. On détermine la lecture de ce carré soit 500. Ce 500 peut représenter la moyenne de trois lectures.

On fait de même pour le contour à déterminer ce qui peut nous donner 800. Si l'échelle de notre dessin est de 1cm pour 10 mètres la surface se détermine comme suit:

Notre carré de 5 cm. de côté dans cette échelle représente un carré de 50 mètres soit une surface de 2500 mètres carrés.(50 m. X 50 m.= 2500 mètres carrés).

Pour trouver la surface du contour il suffit de faire une règle de trois.

Une lecture de 500 représente 2500 m^2
Une lecture de 1 représente 500 fois moins
Une lecture de 800 représente 800 fois plus

donc $\frac{800}{500}$ X 2500 = 4000 mètres carrés

La surface du contour est de 4000 m^2

De façon générale, si x représente la lecture d'un contour, sa surface (y) sera selon la même échelle:

$$\frac{x}{500} \times 2500 = y$$

Si on a une autre échelle soit 1 cm. pour 50 mètres. Notre carré est dans cette échelle de (5X 50) 250 mètres de côté, soit une surface de (250 X 250) 62500 m^2. On aura comme surface (y) d'un contour dont la lecture donne x, ceci:

$$\frac{x}{500} \times 62500 = y$$

11. Arpentage sous terre

Le processus d'arpentage sous terre est presque le même qu'en surface sauf qu'il n'y a pas de soleil et que notre station peut se trouver au dessus de vous.

Il est évident qu'avec toute la circulation (chargeuses navettes) une station ne peut rester stable au plancher, d'où la nécessité de l'installer au plafond. Comme il n'y a pas de soleil, la personne à l'instrument s'oriente grâce à la lumière de la lampe de son camarade.

L'installation d'une station consiste à forer un trou et d'y enfoncer un bout de bois rond en fuseau contenant un clou-crochet (figure 31). A ce clou-crochet, on pourra lui accrocher un fils à plomb.

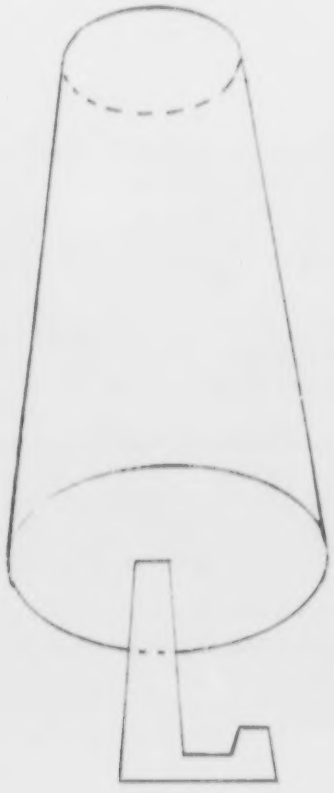

Fig. 31

11.1 Relevé d'un chantier

Voici comment on pourrait procéder pour le relevé d'un chantier. (figure 32). Le pointillé représente l'ancien relevé.

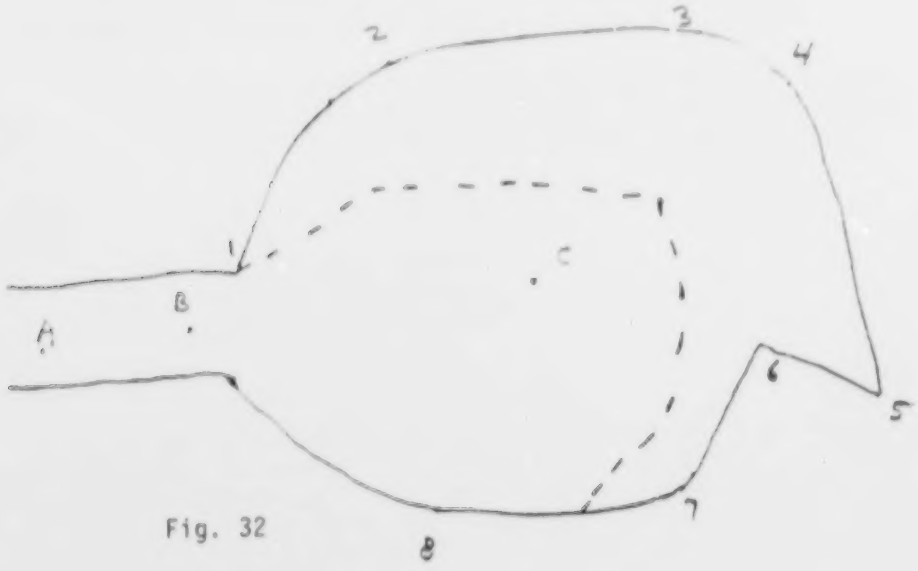

Fig. 32

A l'aide de deux stations permanentes A et B on situe une station provisoire C qui peut se trouver au sol. Le relevé se fera à partir de la station C.

Sur les murs du chantier, on peinture des numéros qui représentent le relief. A l'aide de la station B, on détermine notre ligne de référence B C . Par la suite, on prend l'angle horizontal et la distance de chacun des 8 points. La distance est prise à partir de la station C.

On pourrait rapporter sur un carnet de note les résultats comme suit:

ST	ST	ST	Angle horizontal	distance
A	B	C	150°13'30"	25 mètres
B	C	1	15°40'00	20.8
		2	60°08'	17.4
		3	95°33'	10.0
		4	150°15'30"	15.2
		5	210°45'	21.9
		6	235°22'	18.3
		7	250°56'	22.5
		8	290°16'	

La première colonne représente la station qui sert de point de référence. La deuxième est la station où est situé l'instrument. La troisième est le point visé. On voit qu'à la troisième ligne, on n'a pas répété les stations B et C afin d'alléger l'écriture.

11.2 Mise en plan

On reporte sur un plan ces données

1- A partir de la station B, on installe un rapporteur d'angle. On place son zéro sur la ligne AB et on fait une marque à l'angle de 150°13°30".

2- De la station B, en direction de la marque, on mesure selon l'échelle du dessin 20.8 mètres à l'aide d'une règle. On a situé ainsi la station C.

3- A partir de la station C on place le zéro du rapporteur en ligne avec la station B et l'on marque les différents angles en indiquant 1 pour le point 1, etc.

4- Puis pour chaque marque, on inscrit la distance correspondante. On n'a plus par la suite qu'à relier les différents points par un trait.

Pour des relevés qui demandent plus de précision on ne procède pas à l'aide d'un rapporteur d'angle car on est limité par sa précision. On calcule les coordonnées des points et on les rapporte sur le plan à l'aide d'une règle.

BIBLIOGRAPHIE

BARRY Benjamin A., Construction Measurements, Wiley, New York. 1973, 304 pages.

LAUZON Ernest P. et DUQUETTE Roger Topométrie générale, 2ième édition révisée, Ecole Polytechnique, Montréal, 1983, 458 pages.

Théodolite à échelle Wild T16 avec index vertical automatique, mode d'emploi, Wild Heerbrugg, Heerbrugg, 1979, 52 pages.